协同搜索团队学习效果研究:基于任务类型、组织规模与沟通质量*

■ 李华锋[1] 孙丰秋[1] 孙晓宁[1] 袁勤俭[2]
[1] 山西财经大学信息学院 太原 030006 [2]南京大学信息管理学院 南京 210023

摘 要:[目的/意义]与独立搜索相比,协同搜索更有助于解决复杂的信息需求。针对学界尚未厘清的协同搜索团队学习效果问题进行研究,有助于探明协同搜索团队学习效果的前因及其作用机制,并对提升团队信息搜索能力及合作学习能力有所启示。[方法/过程]基于合作学习理论,采用信息搜索实验方法来验证不同组规模、组内沟通质量及任务类型水平下,协同搜索团队学习效果的差异性。[结果/结论]在决策型任务情景下,2 人组、4 人组、6 人组的协同搜索团队学习效果存在显著差异,4 人组的团队学习效果最佳;组内沟通质量对协同搜索团队学习效果存在显著影响;在决策型任务情景下,组规模和团队沟通质量会对团队学习效果产生交互作用。

关键词:协同搜索 学习效果 任务类型 组规模 沟通质量 搜索即学习
分类号:G250
DOI:10.13266/j.issn.0252-3116.2021.18.008

1 引言

一箭易断,十箭难折,在强调团队合作精神的今天,协同搜索(Collaborative Search,CS)的普及率和频率都在增加[1]。尤其在年轻人组成的团队中,异地成员可以方便地利用信息通讯技术,进行远程同步协同搜索信息并获取特定主题的知识,高效地处理探索性、开放性的复杂信息需求任务。搜索过程中学习可能是一个明确的目标,也可能作为参加工作任务的一部分间接发生[2],涵盖知识重构、调整和同化等环节[3],受到学习者认知风格、自我效能等多种因素的影响[4]。"搜索即学习(Search as Learning,SAL)"情境下,信息搜索用户之间的分工协作可以优化团队成员的学习体验,进而提高团队学习效果。

近年来,协同搜索受到学界广泛关注,相关研究正不断地向纵深发展,研究变量也更加精细化,诸如"组规模(Group Size)"、"团队组成(Team Composition)";研究理念也在不断更新,诸如"搜索即学习"情境下的协同搜索问题备受关注。在此背景下,深化对协同搜索过程、结果的理解与认识,促进用户知识获取能力的提升具有重要的现实意义。考虑到个体知识是由相互关联的概念构成的一个复杂网络,学习则是为了不断地向该网络增添新内容,而概念图(Concept Map)能有效评估用户的知识结构,故本研究拟基于合作学习理论(Cooperative Learning Theory),立足于"搜索即学习"视角,细粒度区分协同搜索组规模与沟通质量,并引入概念图知识表示工具来量化学习者协同搜索前后知识水平的改变情况,分别在信息收集型和决策型两种协同搜索任务情景下,采用信息搜索实验研究方法,探究协同搜索组规模与组内沟通质量对团队合作学习效果的影响。

2 相关研究综述

2.1 协同搜索

协同搜索即一组人或团队为识别和解决共同信息需求而进行的系列活动[5],通常由意图(显式与隐式)、介入深度(用户界面与搜索算法)、并发性(异步与同步)以及定位(同一位置与远程)等维度构成[6]。

* 本文系国家社会科学基金青年项目"面向过程的信息搜索用户学习机理研究与游戏化学习框架设计"(项目编号:19CTQ022)研究成果之一。
作者简介:李华锋(ORCID:0000-0002-3412-8999),副教授,博士,E-mail:lihuafeng305@126.com;孙丰秋(ORCID:0000-0002-9503-7425),硕士研究生;孙晓宁(ORCID:0000-0003-1759-2543),副教授,博士;袁勤俭(ORCID:0000-0002-9684-9943),教授,博士,博士生导师。
收稿日期:2021-04-01 修回日期:2021-06-06 本文起止页码:71-82 本文责任编辑:杜杏叶

上世纪 90 年代,以用户为中心的协同搜索行为开始受到关注,学者们围绕健康医疗、休闲、工作等主题情景,采用实验、观察和访谈等研究方法,通过收集搜索前后的问卷、搜索日志和聊天记录等手段获取数据,利用描述、统计检验和内容分析等方法来探讨任务类型、团队意识[7]、认知风格、搜索经验[8]、成员关系[9]、社会资源[10]等维度对协同搜索行为和效果的影响,分析比较了协同搜索过程与个人信息搜索过程(Information Search Process,ISP)模型的映射关系[11],探索了协同能力、任务类型对情境、任务和协同认知的影响[12]以及用户情感状态变化规律[13]等,代表性文献如表 1 所示:

表 1 协同搜索代表性文献

研究文献	主要内容	研究平台	研究样本	研究方法	研究变量
Y. Tao 和 A. Tombros[14]	协同搜索过程中协同意义建构的用户行为	Skype Web	3 人一组,每组 1 个任务,共 24 人	观察法/访谈法/描述性统计	意义构建策略、信息共享、共享表达构建、任务进度和状态共享
N. N. Htun 等[15]	不一致的信息访问对协同搜索结果的影响	Aquaint	2 人一组,每组 3 个任务,共 20 人	搜索实验/方差分析	搜寻绩效、提交查询、收藏范围
J. T. Du 等[16]	旅游信息搜寻中协同查询重构的特征	eColTIS web	2 人一组,每组 1 个任务,共 36 人	搜索实验/统计检验	协同查询术语的来源以及协同查询的类型和模式
邱瑾和吴丹[17]	协同能力、任务对用户情感变化的影响	Coagmento	3 人一组,每组 3 个任务,共 12 人	搜索实验/ROST 情感倾向分析	任务类型、协同能力、情感
F. Moraes 等[18]	组规模对协同搜索有效性的影响	SearchX Aquaint	2 - 6 人一组,每组 3 个任务,共 305 人	搜索实验/方差分析	搜索形式(独立和协同)/组规模/任务类型/群组召回率

综上,在 2008 年 M. R. Morris[19]的调查(协同搜索时 2 人组、3 人或 4 人组的合作形式占比分别为 80.7%、19.3%)之后,多数协同搜索实证性研究将组规模视作常量,其中 2 - 3 人组的相关研究占据主流,很少出现 4 人、5 人、6 人等其他数量的组规模研究。在"搜索即学习"研究背景下,目前尚未发现协同搜索团队学习效果的相关研究。需要指出的是,2013 年 M. R. Morris[20]的另一项调查发现,协同搜索时还会出现较大的协同规模,5 人组、6 人组、7 人组及其以上的合作形式分别占比 9.2%、4.6%、8.3%,合计超过 20%。此外,相较于十年前,现代信息技术日新月著,已广泛渗透到社会的各个领域,深刻地改变着人们的工作方式与生活习惯,诸如远程办公、远程教学、远程医疗以及在线购物等早已成为日常现象。可见,2 - 3 人的团队协作未必一定还是团队学习的主流规模,也未必是协同搜索最有效的协同规模,因此,非常有必要将组规模从常量扩展为研究变量,深刻理解组规模对团队合作学习效果的作用机制。

2.2 合作学习

合作学习是一种旨在促进学习者在异质小组中互助合作,达成共同的学习目标,并以小组的总体成绩为奖励依据的策略体系[21]。学习者会在合作学习中表现出更高的学业成就、更积极的同伴关系[22]。合作学习中,集体效能感对自我效能感还会产生光环效应[23]。需要注意的是,合作学习并非小组成员围绕任务目标松散地工作,而是需要从团队规模、组成结构等方面有计划地组织与整合。为了厘清协同搜索如何促进学习者学习,以及了解学习者的知识获取机理,学者们围绕合作者如何组合,以及团队成员内在特征如何影响学习者学习等方面展开了研究。在成员数量方面,G. Hatano 和 K. Inagaki[24]指出合作学习小组应有 2 - 6 个成员,其中,3 - 4 个成员尤其适宜。在分组构成方面,学习者应同质还是异质分组,即"who with whom"是合作学习长期探讨且尚无定论的话题,如 M. Zamani[25]根据内容 30 分、组织 20 分、词汇 20 分、语言 25 分、方法 5 分百分制标准量化英语写作表现,发现英语写作情景下不管是与更强或较弱的同龄人合作,学习者均能提高其学习表现;低能力学生的进步并不是以牺牲高水平学生为代价;低能力学生异质分组比同质分组更具优势,且异质分组中低能力学生的收益高于高能力学生。而 P. K. Murphy 等[26]根据基本理解能力(定位和整合能力)、高水平理解能力(评论能力)、主题知识、口语阅读流利度等变量观测学生文本讨论和理解表现,发现异质组比同质组更有利于高水平的理解,低能力学习者在同质分组中更积极努力,在异质组中更加有所保留和犹豫不决。综上,教育学领域的相关文献致力于在一个较长时间范围内(几周甚至一个学期),研究线下合作学习小组构成特征如何影响学习者的学习表现,而研究较短时间(几分钟至多一两个小时)的线上合作学习表现的文献寥寥甚少,协同搜索情境下亦未见相关研究。因此,在短期协同搜索已成为远程团队成员日常工作、学习的重要手段背景下,协同搜索团队合作学习效果仍是一个值得探索与讨论的重要研究议题。

2.3 概念图

基于 Ausubel 学习理论的概念图是一种由概念节点及节点之间的有向连线组成的层次网络（越靠近顶部的概念越综合，越靠近底部的概念则越具体；有向连线上用连接词标明概念间相互关系），能够透视和外化学习者知识结构，有效促进学习者学习。同时，概念图作为一种重要的知识评价工具，在教育学、工商管理等领域得到了广泛的应用[27－28]；在信息搜索领域研究，学者也引入概念图进行相关研究，其中代表性成果如表2所示：

表2　概念图代表性文献

研究文献	主要内容	研究平台	研究样本	研究方法	研究变量
H. Saito 等[29]	使用概念图来评估用户的知识结构如何因搜索学习而发生变化	网络搜索引擎	32 名 20－23 岁的日本本科生	搜索实验/ANOVA	主题（环境和旅行） 场景（发散和聚合）
Y. Egusa 等[30]	通过关注用户在网络上进行探索性搜索期间对某个主题心理表征变化，来评估探索性搜索的有效性	goo	35 名 18－28 岁的日本科生	搜索实验/ANOVA	场景（选择性和尽可能多） 主题（媒体和政治） 浏览器类型（非选项卡和选项卡）
Y. Egusa 等[31]	研究用户是否进行搜索时概念图的差异，以及差异是否由搜索引起的	goo	35 名 19－24 岁的日本本科生	搜索实验/ANOVA	条件（搜索和未搜索） 场景（发散和聚合） 主题（教育和环境）
李月琳和章小童[32]	指出针对信息行为大数据进行语义分析是未来数据驱动的信息行为研究的重要课题	日志数据	－	文献综述	－
H. Saito 等[33]	研究用户在互联网上探索性搜索过程中，他们对某主题的心理表征变化	Web 搜索引擎	32 名 20－23 岁日本的本科生	搜索实验/ANOVA	场景（发散和聚合） 主题（旅游和环境）
夏立新等[34]	利用概念图评测学习效果，探讨搜索时长、情感负荷、情感应对技能、了解程度等因素对学习效果的影响	公共搜索引擎	29 名中国大学生	搜索实验/非参数检验/回归分析	任务感兴趣程度、搜索时长、情感负荷、学习效果

综上，研究人员将概念图作为学习者的知识表征工具，以网络搜索引擎为平台，采用搜索实验、回归分析等方法，利用学习者搜索前后概念图的变化情况来测评学习者的知识和理解水平，以及探讨环境因素（搜索主题、情景等）、个人因素（情感负荷、情感应对技能、感兴趣程度）等对学习者搜索过程及知识结构的影响。此外，部分学者从概念图对搜索引擎功能或性能的优化影响方面展开了研究，如 M. R. Carvalho 等[35] 利用概念图的命题和层次性质，开发了 SAgent 和 WAgent 两种算法用于搜索结果的过滤和排名；S. O. Tergan 等[36] 利用实验法发现，如果利用概念图对相关资源语义线索进行合理组织，概念图就可以作为增强信息搜索能力的强大接口。受到上述研究的启示，本研究将利用概念图评测协同搜索团队学习效果，进而探讨不同任务情景下协同搜索组规模与沟通质量会对团队学习效果产生何种影响。

3　研究假设

3.1　组规模对团队学习效果的影响

教育学、管理学等领域的相关研究共同表明，组规模是影响团队学习效果的重要因素之一[37－38]，如 Y. Lou 等[39] 通过元分析发现组规模与效应大小显著相关，3－4 个成员组的平均效应量显著高于 5－7 个成员组。在信息检索研究领域，H. Joho 等[40] 观察了改变群体规模对检索有效性的影响，模拟了协作组（每组 1－5 人）的查询和评估行为，发现小组规模的增加导致了检索效果（用召回率衡量）的增加，当第二个成员进入团队时检索效果约增加 50%，而当第五个成员进入团队时检索效果增加 5%－12%，收益出现递减；F. Moraes 等[41] 的实验发现，群体召回率的增加存在边际效应，即随着群体规模的增加而增加，而并没有观察到随着群体规模的增加而收益递减的现象；随着时间的推移，较小协作规模的小组召回率并没有赶上规模较大的小组。因此，本研究将协同搜索组规模作为一个独立自变量，并提出如下假设：

H1：组规模对协同搜索团队学习效果产生显著影响。

3.2　沟通质量对团队学习效果的影响

人际沟通理论是合作学习的一项重要理论基础，团队成员借助数字化手段顺畅、自由地表达各自的想法和见解，协调分布式进行团队分工协作，充分分享有用知识，进而有效地推进团队学习，提升团队工作绩效，良好的沟通是合作学习的必要条件。一般而言，沟通有效性由讨论质量、沟通适当性、沟通丰富性、沟通开放性和沟通准确性等维度构成[42]。在沟通重要性研究方面，H. L. Krenz 和 M. J. Burtscher[43] 强调，团队

沟通是影响团队绩效的关键因素，充分表达了对工作任务的关注和建议是团队沟通的重要组成部分；吴志明和武欣[44]研究发现，团队成员间的沟通质量影响团队共享心智模型的建立，进而影响团队学习效果；R. E. De Vries 等[45]研究团队沟通对知识共享的影响时发现，随和型沟通风格（Agreeable Communication Style）与团队成员分享知识的意愿呈正相关，外向型沟通风格（Extravert Communication Style）则与团队成员分享知识的渴望和意愿均呈正相关；李树祥等[46]研究发现，团队沟通对团队认知多样性和团队创造力之间的关系具有调节作用。正如皮亚杰认知发展理论所认为的那样，与现实环境相互作用、与其他人互动是学习和认知发展的关键，本研究认为协同搜索过程中团队成员之间密切、开放的沟通有利于提高团队的整体绩效，并提出如下假设：

H2：沟通质量对协同搜索团队学习效果产生显著影响。

3.3　组规模与沟通质量对团队学习效果的交互影响

具备目标明确、赋能授权、有效沟通等特征的高效团队，其成员自觉努力、取长补短、积极协同、相互信任，从而产生了更高的自我效能感、自我实现感、责任感和成就感等合作性过程收益（Process Gains），最终团队会取得更突出的整体绩效。但是，由于团队任务、团队组成、组织管理等方面原因，团队中会产生沟通障碍、缺乏信任以及搭便车等负面现象，低效的团队运作使团队成员产生群体思维、一致性压力、创造力缺失等合作性过程损失（Process Loss），从而导致团队整体绩效明显下滑[47-48]。如 P. B. Lowry 等[49]考察了不同小群体规模和社会存在水平下群体沟通质量，发现与 6 人小组相比，3 人小组交流更恰当、更开放、更准确。由此可见，不同的协作小组规模或与团队成员沟通质量可能产生某种联系。因此，本研究认为，对于协同搜索团队学习效果，协同组规模与沟通质量存在一种交互作用，并提出如下假设：

H3：组规模与沟通质量对协同搜索团队学习效果存在交互影响。

4　实验设计

4.1　实验对象

本研究招募了山西某高校电子商务专业的 92 名本科生作为被试，包括男生 28 人，女生 64 人，年龄在 19－22 岁之间。所有被试均具备熟练利用搜索引擎查找资料的能力，但均没有绘制概念图的相关经验。基于样本量及组规模代表性的考量，本研究将被试组规模设定为 2、4、6 三种类型，被试依据自由组合的原则，最终组成 8 个二人被试组、7 个四人被试组以及 8 个六人被试组。由于本研究关注不同组规模的远程显式协同搜索学习效果，所以要求被试组成员在同一时间使用个人电脑设备完成搜索任务，且实验过程中仅允许被试组成员利用事先建立的微信群进行在线交流，避免因在同一空间场所产生现场交流。上述研究设计能够保证搜索学习过程外显化，便于后期沟通质量和学习效果的统计，增加实验的生态效度。

4.2　实验任务

搜索任务的主题、类型决定了满足信息需求所需的执行搜索过程，很大程度代表了搜索任务的复杂性。D. J. Campbell 将[50]复杂任务定义为，行动者在具有不同程度的信息和不确定性情况下，做出决策、判断或解决问题的任务。本研究借鉴 E. G. Toms 等学者关于搜索任务的分类[51]，将搜索任务分为信息搜集型与决策型两类，详见表 3。相较于信息搜集型任务，决策型任务复杂性更高，信息需求模糊程度更严重，查询式构建难度较大，解决问题所需查找的资源数量更加繁多。

表 3　实验任务描述

任务类型	任务内容
信息搜集型	假想《现代物流管理》课程的任课老师为你所在的小组布置了一项学习任务，即尽可能多地搜集绿色物流的案例，并分享其成功做法。你们小组决定现在利用十五分钟时间，搜索网络资源、查找相关信息，完成作业
决策型	假想《现代物流管理》课程的任课老师为你所在的小组布置了一项学习任务，即你认为菜鸟物流、顺丰物流和京东物流，谁是物流带头大哥，为什么？你们小组决定现在利用十五分钟搜索网络资源、查找相关信息，完成作业

4.3　实验流程

实验前期，通知被试下载并安装 EV 录屏软件，通过问卷获取被试个人基本信息，并就概念图的绘制方法、流程等基本问题对被试进行集中指导，告知被试组需要依次完成两项搜索任务。具体实验过程分为三个步骤：

步骤一，搜索前概念图绘制。被试组基于搜索任务题干信息概念图，如图 1、图 2 所示，绘制指定主题的概念图，时间不超过 10 分钟。该过程中小组成员可以通过微信群聊（语音或文字）的形式进行讨论，但不能翻看其他资料。

步骤二，搜索任务执行阶段。被试组执行 15 分钟的搜索任务，该过程中小组成员搜索并浏览相关网页内容，可以有针对性的保存、收藏并记录相关内容；该过程小组成员只能利用微信群进行文字形式的沟通。

步骤三，搜索后概念图绘制。被试组以早先图 1、

图2为基础,再次绘制概念图,时间不超过10分钟,过程中小组成员可以通过微信群聊(语音或文字)的形式进行讨论,但不能翻看之前的记录或其他资料;搜索任务完成后,还需被试回答一份问卷,来收集被试组关于协同搜索任务难度感知数据。两个任务之间休息半个小时,尽可能降低任务1及疲倦感对任务2的影响。



图1　任务1题干概念图

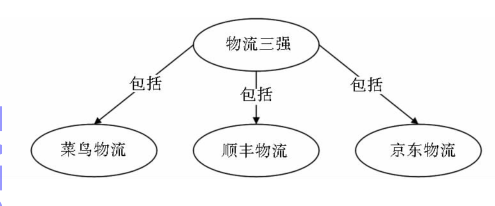


图2　任务2题干概念图

5　指标测量和评估方法

5.1　团队学习效果的测量

概念图是学习者所学知识间关系的网络图形化表征,不同层级结构反映了相应知识的重要程度和覆盖广度。一般而言,高层节点(与题干节点中间连接有向线段数目较少的节点)覆盖知识面多,知识包容性强,知识含义广,而底层节点(与题干节点中间连接有向线段数目较多的节点)则是知识指向性更强,知识点更明确更具体,但知识覆盖面窄。利用概念图节点的不同层级可以有效地识别学习者的知识覆盖面和知识覆盖量,区分知识面和知识点,从而测量出学习效果。利用概念图测量搜索学习效果的研究已有先例,如夏立新等[34]采取水平层次、概念节点和概念关系2:1:1的计分策略;王菲妍等[52]采取有向连接线段、交叉连接线段和结构层数1:10:5的计分策略。需要注意的是,搜索过程中学习者若发现了过往知识点错误、边缘、陈旧则会将其对应的概念节点删除。这是一种积极的学习表现,计分策略理应加以考虑,避免搜索前后概念图结构完全一样,但节点值已经全部更新,由于节点数目未变化,学习者得0分的情况。综上,本研究将借鉴前人关于概念图测量学习效果的思想[53-54],采用"加权统计"法,综合考虑学习者知识点和知识面的收益,进而准确地衡量学习者知识收益,突破以往学者采用知识点数目简单叠加的计分策略。具体而言,搜索前后概念图相比,增加一个路径长度为1(新增节点与题干概念图底层节点之间具有1条有向连接线段)的节点得5分,增加一个路径长度为2的节点得4分,增加一个路径长度为3及以上的节点得3分,删除一个节点得1分。此外,考虑到决策型任务不仅是对相关资料的简单收集和记忆,而且还涉及可信度、准确性、合理性及相关支持等方面对信息质量的综合判断[55],本研究就多维、全面地分析问题的高分概念图与仅围绕单一维度但下级指标详细、具体的高分概念图进行了区分,并对前者额外加10分,对没有决策结果的小组扣除5分。

本研究主要从被试组绘制的概念图节点与题干问题的相关性及其所属层次结构的合理性两方面进行衡量,被试组概念图样例见图3。概念图节点统计分为三步:第一步,由两名作者商讨并明确统计尺度与要求;第二步,两名作者独立完成实验数据的统计;第三步,将统计结果与对方进行比对,当意见不一致时共同商讨结果直到达成共识。

5.2　团队沟通质量的测量

团队成员有效沟通是高效团队的运作基础,有助于提高小组的任务执行效率,减少过程损失;同时,沟通也是团队进行计划、组织、指挥、协调、控制和监督的重要手段。为了更加科学、准确地衡量小组沟通质量,本研究将小组成员微信有效对话条数作为衡量组内沟通的指标,将是否可以促进任务完成作为判断是否有效的标准。该方法突破了以往基于沟通量表进行测量的惯例,使得计量指标更具客观性。具体而言,有效沟通的评价标准包括统筹任务分工合作、细化任务知识点、开拓任务思路、调配任务整体时间、积极讨论问题核心碰撞出新方向等,评价示例见表4。具体统计工作由本文两名作者共同完成,当两人意见不一致时,则共同商讨结果,直到达成共识。为了更加切合实际,本研究按照0-5条、6-8条、9条及其以上的有效对话条数将沟通质量分为低、中、高三种水平。

6　结果讨论

研究使用SPSS 22.0来分别测度信息搜集型和决策型协同搜索任务情景下组规模和组内沟通质量对小组学习效果的影响情况。在进行方差分析之前,针对不服从正态分布的两类任务难度数据进行Wilcoxon符号秩和检验,结果显示信息搜集型难度明显低于决策型任务,两类任务难度存在显著差异($P<0.001$),与假设相符;通过直方图和P-P图观察发现,残差基本服

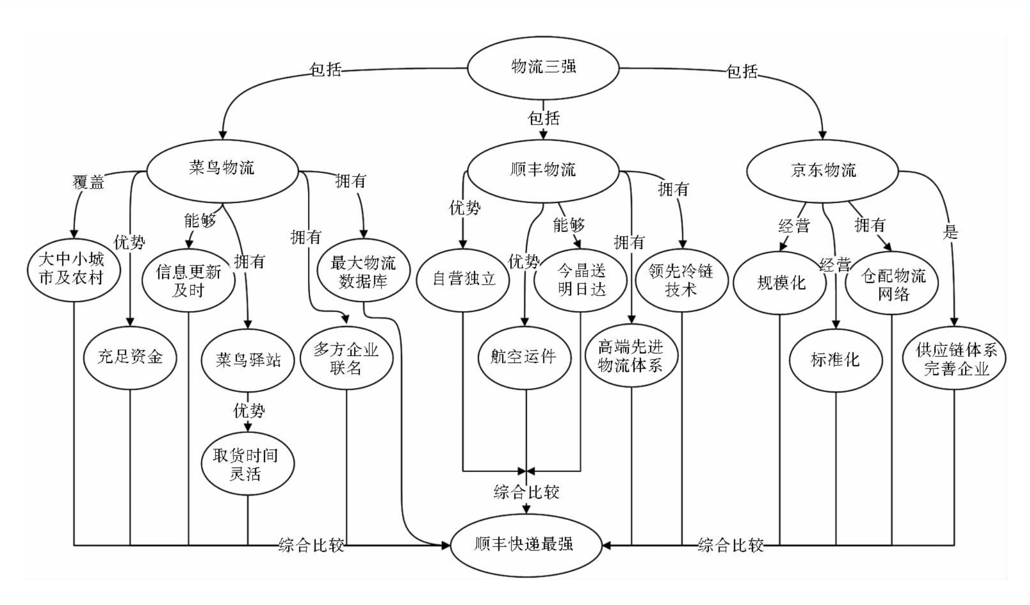


图 3　被试组概念图样例

表 4　沟通质量评价示例

评价标准	示例
统筹任务分工合作	①绿色物流的案列，找到一个就放到咱们的群聊里面，这样可以避免重复，不仅要搜索，记得关注群里信息，每个人最好能找到四个以上吧。 ②我们六个人分一下工，每一家物流公司由两个人共同完成其优势的梳理，记得把信息及时分享到群里，辛苦大家了！
审题并把握任务整体方向	①同志们，注意一下。这道题需要找的是绿色物流的案例，重心放在这上面，不需要在意义或者定义上耗费太多时间。 ②物流公司三强，谁是三强，这个问题不仅可以考虑优势，也可以考虑劣势，你们三个各负责一个公司的优势，我负责三家公司的劣势的汇总，最后我们来一个综合考量。
细化任务分工	①咱俩不能重复劳动，绿色物流案例我负责国外部分，你负责国内部分吧。 ②咱俩都是负责顺丰，我去顺丰官网和百度百科找一下比较官方的信息，你去知乎啥的，找一下评论性信息吧。
调配任务整体时间	①绿色物流案例我先各找各的，最后两个分钟看看对方的，有没有模糊的不好界定的，到时候可以再一起查找一下资料。 ②因为我们最后要决定物流大哥究竟是哪一家公司，所以我们需要留出至少一分半以上的时间，小组讨论一下。这样的话，如果确定不了，我们还可以再查找相关资料，一起决定判断哪一家公司是物流大哥。
积极讨论问题核心碰撞出新方向	①我们重复的内容太多了，大家对于绿色物流的关注点可以不仅仅放在运输途中，也可以聚焦在签收和驿站这些方面。 ②我认为，一家公司是否强大，也可以看他有没有自己的‘企业担当’，我们是不是可以把企业的慈善方面也加到物流三强的衡量指标内？
时间提醒	①大家注意一下时间，不要在某个问题上停留过多时间，已经过了五分钟了。 ②注意时间分配，我们只有两分钟了。

从正态分布的。此外，由表 5 可知，两类任务情景下，因变量均满足方差齐性的要求，因此判断方差分析结果是稳定的。

表 5　方差齐性检验摘要

因子	任务类型	Levene 统计量/F	df1	df2	显著性
组规模	信息搜集型	2.593	2	20	0.100
	决策型	0.887	2	20	0.427
沟通质量	信息搜集型	3.236	2	20	0.061
	决策型	2.521	2	20	0.106
组规模、沟通质量	信息搜集型	2.476	8	14	0.066
	决策型	2.476	8	14	0.066

6.1　组规模对小组学习效果的影响检验

H1 探讨的是在不同组规模水平下，协同搜索团队学习效果的差异性。单因素方差分析（One Way ANOVA）结果显示，信息搜集型任务情景下，2 人组与 4 人组、6 人组相比，团队学习效果不存在显著差异（$F=3.071, P>0.05$），详见表 6；然而，决策型任务情景下，2 人组与 4 人组、6 人组相比，学习效果存在显著差异（$F=3.853, P<0.05$），即组规模对小组学习效果的影响显著，详见表 7。

表 6　信息搜集型任务下组规模的团队学习效果差异 ANOVA 摘要

类别	平方和	df	平均值平方	F	Sig.
群组间	11 679.063	2	5 839.531	3.071	0.069
群组内	38 028.589	20	1 901.429	–	–
总计	49 707.652	22	–	–	–

具体而言，利用 S-N-K（Student-Newman-Keuls）方法，对不同组规模两两比较发现，4 人组的学习效果最

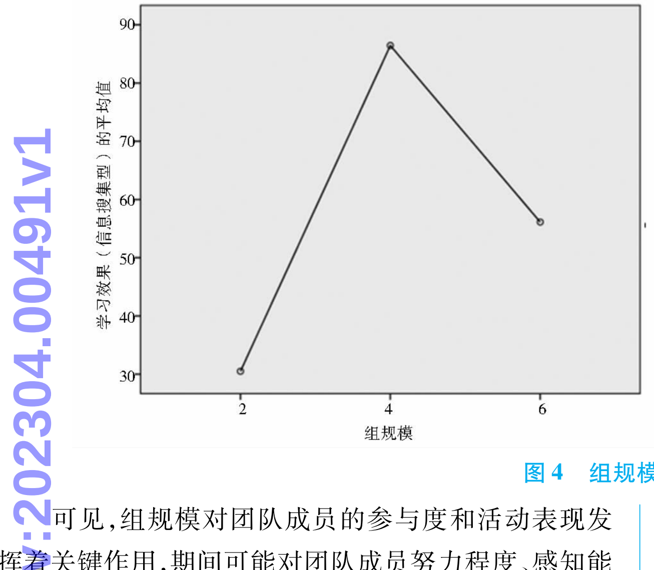
表7　决策型任务下组规模的团队学习效果差异ANOVA摘要

类别	平方和	*df*	平均值平方	*F*	*Sig.*
群组间	10 244.001	2	5 122.000	3.853	0.038
群组内	26 585.304	20	1 329.265	–	–
总计	36 829.304	22	–	–	–

好(Mean = 86.43/95.71),其次是6人组(Mean = 56.13/66.00),相对而言,2人组学习效果最差(Mean =30.50/43.38),样本均值图也可以清楚地反映出该特点,详见图4。信息搜集型任务情景下,组规模三种水平对应的团队学习效果同属于一个子集,但决策型任务情景下差异显著,组规模三种水平对应的团队学习效果属于两个子集,4人组学习效果最佳,详见表8。因此,H1部分成立。

表8　两种任务情景下组规模水平间差异的检验

组规模	N	子集(信息搜集型)	子集(决策型)	
		1	1	2
2	8	30.50	43.38	–
6	8	56.13	66.00	66.00
4	7	86.43	–	95.71
Sig.		0.052	0.239	0.127



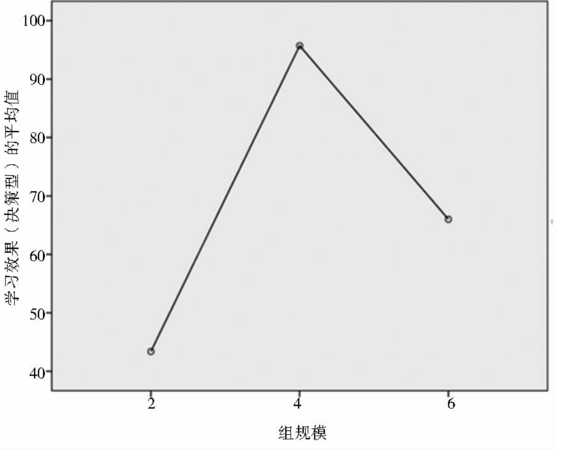


图4　组规模的均值图

可见,组规模对团队成员的参与度和活动表现发挥着关键作用,期间可能对团队成员努力程度、感知能力、紧张感、挫败感和动机等产生影响,进而影响到协同搜索用户的学习效果。需要指出的是,小组规模并非越大越好。一般情形下,协同搜索时小组成员认为自己对团队的贡献是分散的,如果其认为个人贡献对团队合作结果没有明显的影响,那么贡献动机就会消失,当群体规模增大时,这种情况发生的可能性会增大[56]。同时,不同组规模的团队成员付出的努力程度存在差异,随着群体规模的增加,成员努力程度会有所下滑,会出现搭便车的情形,而且检测搭便车者的成本会变得很高。

6.2　沟通质量对团队学习效果的影响检验

H2探讨的是不同沟通质量水平(即高、中、低)下,协同搜索团队学习效果的差异性。两种任务情景的描述性统计结果分别如表9、表10所示。单因素方差分析发现,两种任务情景下,沟通质量高、中、低3个水平中小组学习效果均表现出显著差异($F=9.543, P<0.05$; $F=3.981, P<0.05$),即沟通质量对学习效果具有显著影响,详见表11、表12。

表9　信息搜集型任务下沟通质量的团队学习效果描述性统计

沟通质量	N	均值	标准偏差	标准误差	95%置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
低	11	31.27	22.236	6.704	16.33	46.21	0	60
中	7	54.00	27.797	10.506	28.29	79.71	19	96
高	5	115.20	62.958	28.156	37.03	193.37	47	210
总计	23	56.43	47.534	9.911	35.88	76.99	0	210

表10　决策型任务下沟通质量的团队学习效果描述性统计

沟通质量	N	均值	标准偏差	标准误差	95%置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
低	8	43.88	16.444	5.814	30.13	57.62	12	65
中	9	66.56	23.421	7.807	48.55	84.56	30	95
高	6	99.17	63.342	25.859	32.69	165.64	25	213
总计	23	67.17	40.915	8.531	49.48	84.87	12	213

表 11 信息搜集型任务下沟通质量的团队学习效果差异 ANOVA 摘要

类别	平方和	*df*	平均值平方	*F*	*Sig.*
群组间	24 272.670	2	12 136.335	9.543	0.001
群组内	25 434.982	20	1 271.749	–	–
总计	49 707.652	22	–	–	–

表 12 决策型任务下沟通质量的团队学习效果差异 ANOVA 摘要

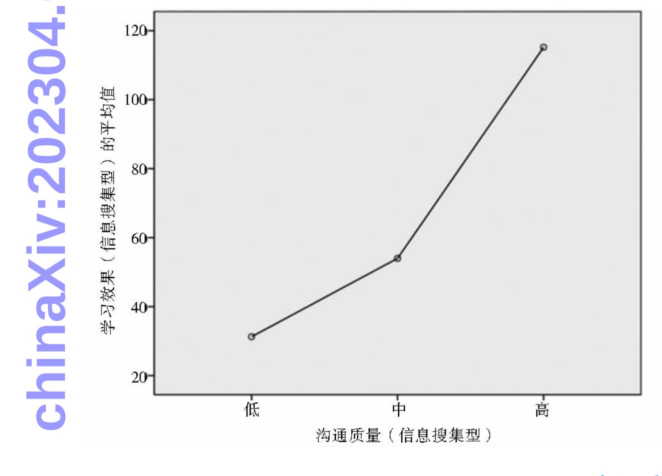
类别	平方和	*df*	平均值平方	*F*	*Sig.*
群组间	10 487.374	2	5 243.687	3.981	0.035
群组内	26 341.931	20	1 317.097	–	–
总计	36 829.304	22	–	–	–

利用 S-N-K 方法，对沟通质量等级两两比较发现，两种任务情景下团队学习效果均被分成两个同质子集，两种情景下高质量沟通(Mean = 115.20/99.17)与中(Mean = 54.00/66.56)、低(Mean = 31.27/43.88)质量沟通在学习效果方面存在显著差异，详见表 13，样本均值图也可以清楚地反映出该特点，详见图 5。因此，沟通质量越高，小组学习效果越好，H2 成立。

正如前人学者发现的那样，团队组内沟通质量与团队成员之间缺乏充分互动、存在冲突、低水平信任和凝聚力高度相关[57]；相反，高质量交流沟通的团队中，团队成员可以自由地表达自己的观点、意见，愿意和其他队友分享任务相关信息，愿意努力尝试并理解队友的感受和观点。团队成员之间良好的互动沟通有助于培养团队更高层次的信任与合作，而成员间高度信赖的团队通过联结、反思、探究就可能获得高质量的团队合作学习效果。

表 13 两种任务情景下沟通质量水平间差异的检验

沟通质量	N	子集(信息搜集型)		N	子集(决策型)	
		1	2		1	2
低	11	31.27	–	8	43.88	–
中	7	54.00	–	9	66.56	66.56
高	5	–	115.20	6	–	99.17
Sig.	–	0.250	1.000	–	0.242	0.098



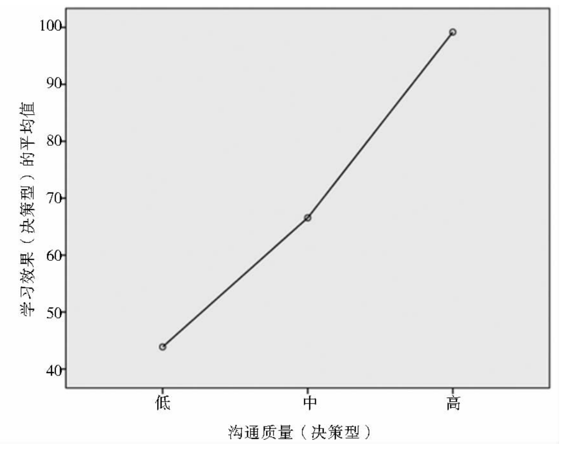


图 5 沟通质量的均值图

6.3 组规模与沟通质量对团队学习效果的交互影响检验

H3 探讨的是组规模和沟通质量对协同搜索团队学习效果的交互影响情况。利用双因素方差分析(Two-way ANOVA)发现，信息搜集型任务下，协同搜索小组规模与组内沟通质量对小组学习效果不存在显著的交互作用($F = 1.223, P > 0.05$)。决策型任务情景下，由表 14 可知，协同搜索小组规模与组内沟通质量对小组学习效果存在显著的交互作用($F = 9.568, P < 0.001$)。

由图 6 可见，代表沟通质量的 6 条线中，2 人组至 4 人组的 2 条均值线出现明显交叉，4 人组至 6 人组的 3 条均值线斜率相差较大，相较于沟通质量的中、低水平，高水平时各类组均值差异较大。这表明变量间的交互作用明显，与前面检验结论相一致。因此，H3 部分成立。

究其原因，两种搜索情形下出现的结果差异可能是由于搜索任务难度所导致。对于难度较低的信息搜集型协同搜索任务而言，沟通质量敏感度较低，团队成员可能经过简单沟通后便能顺利完成协同搜索任务；对于难度较大的决策型协同搜索任务，沟通质量敏感度则比较高，需要小组成员有效沟通才能高质量完成任务。此外，团队成员灵活性、熟悉度以及能力或经验方面的同质性、异质性等团队构成要素均可能影响团队成员的知识建构和学习效果，如团队成员间彼此熟悉可以提高团队学习满意度，提升团队沟通与协作效

表 14　决策型任务情景下主体间效应检验

来源	第 III 类平方和	df	平均值平方	F	显著性
修正的模型	32 745.638a	8	4 093.205	14.033	0.000
截距	112 504.427	1	112 504.427	385.698	0.000
组规模	17 099.853	2	8 549.927	29.312	0.000
沟通质量(决策型)	15 772.337	2	7 886.169	27.036	0.000
组规模 * 沟通质量(决策型)	11 163.990	4	2 790.998	9.568	0.001
误差	4 083.667	14	291.690	–	–
总计	140 613.000	23	–	–	–
校正的总数	36 829.304	22	–	–	–

a. R 平方 =0.889(调整的 R 平方 =0.826)

注:第 III 类平方和所对应的结果校正了模型中其它因素的影响,且不受统计数据是否均衡的影响

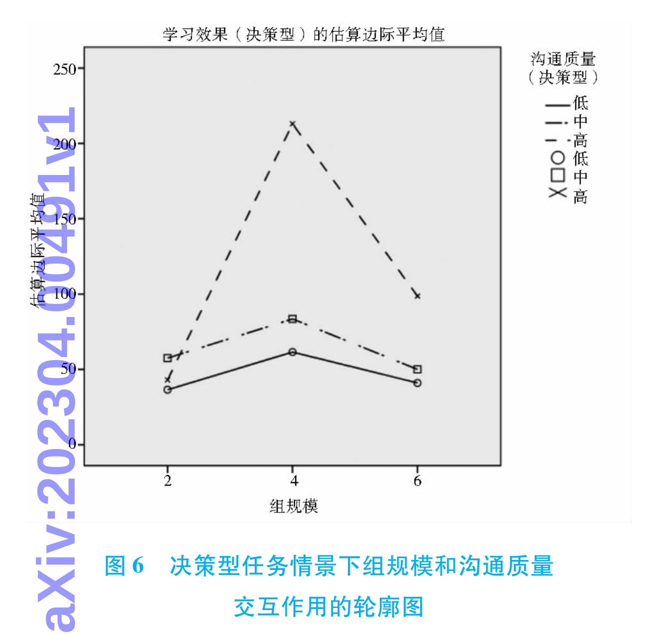


图 6　决策型任务情景下组规模和沟通质量交互作用的轮廓图

率[58];团队成员异质性对团队成员之间的信任和互动有着负面影响[59]。因此,还需进一步纳入其他变量来深度探讨影响协同搜索学习效果的因素,以及各因素间的交互作用。

7　研究结论与展望

针对协同搜索过程中,组规模和沟通质量对团队学习效果可能产生的影响,本研究设计了两个准实验,并提出了三个研究假设。在变量测量思路上,本研究突破以往研究中基于知识点简单叠加的团队学习效果测量方法,克服了基于量表测量团队沟通质量的局限性,在信息搜集型和决策型两种任务情景下对假设逐一进行验证,研究发现:①决策型任务情景下,2 人组、4 人组、6 人组的协同搜索团队学习效果存在显著差异,4 人组的团队学习效果最佳;而信息搜集型任务情景下,组规模对团队学习效果不存在显著影响。②决策型任务和信息搜集型任务两种情景下,高水平组内沟通与中、低两种水平相比,团队学习效果存在显著差异。③决策型任务情景下,组规模和团队沟通质量能够对团队学习效果产生交互作用,而信息搜集型任务情景下,两者的交互作用并不显著。相较单一变量的研究,研究组规模和沟通质量对团队学习效果的交互作用更为复杂,也更具有实际意义。

立足于“搜索即学习”,本研究基于不同任务情境,探讨了协同小组规模和组内沟通质量与协同搜索团队学习效果之间的关系。在两种任务类型下,对三个相关假设的验证,有助于我们更好地理解协同搜索团队学习效果的影响因素,以及这些要素在不同任务情境下可能存在的差异性。而对这种差异性的认识与把握,无论对于个体知识建构能力培养,还是团队协同搜索学习效果的提升都具有一定的现实指导意义。个体知识建构能力培养方面,围绕任务分工,团队成员通过搜索引擎自主获取并学习那些完成相关任务所需的知识,通过与小组其他成员无障碍沟通与讨论,将零散知识点吸收内化为个人知识大厦的有效构件。团队协同搜索学习效果提升方面,为了达到合作学习效果的最大化,平日里群体成员应注重通过线上、线下多种互动形式,增进成员间情感交流,增强成员集体效能感,为日后高效完成协同任务奠定基础;完成协同任务时应基于任务复杂度科学确定小组成员规模,基于成员特征进行成员合理组配,任务期间采取恰当的信息策略,促进成员之间顺畅沟通,最大限度地调动小组成员积极性与主观能动性,进而大幅提高协同搜索团队学习能力,提升合作学习效果。

本研究存在两点局限:①受样本量的限制,本研究仅按照最常用的协同搜索规模进行分组,未能全面考虑其他数量的组规模,未来可以利用更大规模的研究样本,更全面的分组,进行自然搜索实验研究,以深入探索组规模的作用机制。②组规模、沟通质量对团队

学习效果的影响可能会受到团队成员能力、经验、人格特质等异质性或同质性的影响与限制，本研究未能充分考虑协同小组成员组成特征的调节作用。未来可以针对线下合作学习环境下重点提及的集体效能感、团队成员组成特征（成员能力、知识结构、认知风格、任务兴趣度、情感应对技能以及人口统计学特征）等因素对在线协同搜索学习效果的影响机制展开深入研究。团队组成特征对协同搜索团队学习效果的影响是课题组后期将继续深入讨论的一个科学问题。

参考文献：

[1] AVULA S, CHADWICK G, ARGUELLO J, et al. Searchbots: user engagement with chatbots during collaborative search[C]//Proceedings of the 2018 conference on human information interaction & retrieval. New Brunswick: CHIIR, 2018: 52-61.

[2] BYSTRÖM K. Searching as a learning activity in real life workplaces[J/OL]. [2020-12-15]. http://www.diigubc.ca/IIIXSAL/Papers/Bystrom.pdf.

[3] WU D, LIANG S, YU W. Collaborative information searching as learning in academic group work[J]. Aslib journal of information management, 2018,70(1):2-27

[4] 孙晓宁,姚青. 信息搜索用户学习行为投入影响研究:基于认知风格与自我效能[J]. 情报理论与实践,2020,43(10):99-107.

[5] POLTROCK S, GRUDIN J, DUMAIS S, et al. Information seeking and sharing in design teams[C]//Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on supporting group work. Sanibel Island: ACM SIGGROUP, 2003: 239-247.

[6] GOLOVCHINSKY G, PICKENS J, BACK M. A taxonomy of collaboration in online information seeking [J]. Information processing & management, 2008, 44(3):957-962.

[7] WU D, LIANG S, DONG J, et al. Impact of task types on collaborative information seeking behavior[J]. Libri, 2018, 68(3): 231-245.

[8] PALMQUIST R A, KIM K S. Cognitive style and on - line database search experience as predictors of Web search performance [J]. Journal of the American Society for Information Science, 2000, 51(6): 558-566.

[9] TAMINE L, SOULIER L. Understanding the impact of the role factor in collaborative information retrieval[C]//Proceedings of the CIKM 2015 conference on information and knowledge management. Melbourne: CIKM, 2015: 43-52.

[10] EVANS B M, KAIRAM S, PIROLLI P. Do your friends make you smarter?: an analysis of social strategies in online information seeking[J]. Information processing & management, 2010, 46(6): 679-692.

[11] SHAH C, GONZÁLEZ - IBÁÑEZ R. Exploring information seeking processes in collaborative search tasks[J]. Proceedings of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 47(1): 1-7.

[12] 吴丹,邱瑾. 协同信息检索行为中的认知研究[J]. 情报学报, 2013,32(2):125-137.

[13] 袁红,赵宇珺. 协同搜索行为中的用户任务感知及情绪状态研究[J]. 图书情报工作,2015,59(17):89-98.

[14] TAO Y, TOMBROS A. An exploratory study of sensemaking in collaborative information seeking[C]// Proceedings of advances in information retrieval-35th european conference on IR research. Moscow: ECIR, 2013: 26-37.

[15] HTUN N N, HALVEY M, BAILLIE L. How can we better support users with non-uniform information access in collaborative information retrieval? [C]//Proceedings of the 2017 conference on conference human information interaction and retrieval. Oslo: CHIIR, 2017: 235-244.

[16] DU J T, ARIF A S M, HANSEN P. Collaborative query reformulation in tourism information search[J]. Online information review, 2019,43(7): 1115-1135.

[17] 邱瑾,吴丹. 协同信息检索行为中的情感研究[J]. 图书与情报, 2013(2):105-110.

[18] MORAES F, GRASHOFF K, HAUFF C. On the impact of group size on collaborative search effectiveness[J]. Information retrieval journal, 2019, 22(5): 476-498.

[19] MORRIS M R. A survey of collaborative web search practices [C]//Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. Florence: CHI, 2008: 1657-1660.

[20] MORRIS M R. Collaborative search revisited[C]//Proceedings of the 2013 conference on computer supported cooperative work. San Antonio: CCSCW, 2013: 1181-1192.

[21] 王坦. 合作学习:原理与策略[M]. 北京:学苑出版社,2001:32.

[22] ROSETH C J, JOHNSON D W, JOHNSON R T. Promoting early adolescents' achievement and peer relationships: the effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures [J]. Psychological bulletin, 2008, 134(2): 223-246.

[23] KRAUSE U M, STARK R, MANDL H. The effects of cooperative learning and feedback on e-learning in statistics[J]. Learning and instruction, 2009, 19(2): 158-170.

[24] HATANO G, INAGAKI K. Sharing cognition through collective comprehension activity[C]// RESNICK L, LEVIN J, TEASLEY S D. Perspectives on socially shared cognition. Washington, DC: American Psychology Association, 1991:331-348.

[25] ZAMANI M. Cooperative learning: homogeneous and heterogeneous grouping of Iranian EFL learners in a writing context[J]. Cogent education, 2016, 3(1): 1-11.

[26] MURPHY P K, GREENE J A, FIRETTO C M, et al. Exploring the influence of homogeneous versus heterogeneous grouping on students' text-based discussions and comprehension[J]. Contemporary educational psychology, 2017, 51: 336-355.

[27] CHIOU C C. The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests [J]. Innovations in education and teaching international, 2008, 45(4): 375-387.

[28] HAO J X, KWOK R C W, LAU R Y K, et al. Predicting problem-solving performance with concept maps: an information-theoretic

approach[J]. Decision support systems, 2010, 48(4): 613－621.

[29] SAITO H, EGUSA Y, TAKAKU M, et al. Using concept map to evaluate learning by searching[C]//Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society. Sapporo: COGSCI, 2012, 953－958.

[30] EGUSA Y, SAITO H, TAKAKU M, et al. Using a concept map to evaluate exploratory search[C]//Proceedings of the third symposium on information interaction in context. New Brunswick: IIiX, 2010: 175－184.

[31] EGUSA Y, TAKAKU M, SAITO H. How concept maps change if a user does search or not? [C]//Proceedings of the 5th information interaction in context symposium. Regensburg: IIiX, 2014: 68－75.

[32] 李月琳,章小童. 数据驱动的信息行为研究的回顾与展望[J]. 信息资源管理学报,2018,8(2):13－27.

[33] SAITO H, EGUSA Y, TERAI H, et al. Changes in users' knowledge structures before and after web search on a topic: analysis using the concept map[J]. Proceedings of the American Society for Information Science and Technology, 2011, 48(1): 1－4.

[34] 夏立新,周鼎,叶光辉,等. 情感负荷视角下探索式搜索学习效果的影响因素[J]. 图书情报知识,2020(4),133－141.

[35] CARVALHO M R, HEWETT R, CAÑAS A J. Enhancing web searches from concept map-based knowledge models[C]//Proceedings of SCI 2001: fifth multiconference on systems, cybernetics and informatics. Orlando: SCI, 2001: 69－73.

[36] TERGAN S O, ENGELMANN T, HESSE F W. Digital concept maps as powerful interfaces for enhancing information search: an experimental study on the effects of semantic cueing[C]//Proceedings of the third international conference on concept mapping-2008. Tallinn & Helsinki: ICCM. 2008:1－8.

[37] VAN EIJL P J, PILOT A, DE VOOGD P. Effects of collaborative and individual learning in a blended learning environment[J]. Education and information technologies, 2005, 10(1/2): 51－65.

[38] MEI L, HAI-LIN L. Strategic learning, capability and the performance of diversification strategy: evidence from chinese small and medium size enterprise groups[C]//International conference on management science and engineering. Lille: ICMSE, 2006: 1399－1405.

[39] LOU Y, ABRAMI P C, SPENCE J C, et al. Within-class grouping: a meta-analysis[J]. Review of educational research, 1996, 66(4): 423－458.

[40] JOHO H, HANNAH D, JOSE J M. Revisiting IR techniques for collaborative search strategies[C]//European conference on information retrieval. Berlin: Springer-Verlag, 2009: 66－77.

[41] MORAES F, GRASHOFF K, HAUFF C. On the impact of group size on collaborative search effectiveness[J]. Information retrieval journal, 2019, 22(5): 476－498.

[42] ROBERTS T L, LOWRY P B, CHENEY P H, et al. Improving group communication outcomes with collaborative software: the impact of group size, media richness, and social presence[C]//Proceedings of the 39th annual Hawaii international conference on system sciences. Kauia: HICSS, 2006: 19c－19c.

[43] KRENZ H L, BURTSCHER M J. Investigating voice in action teams: a critical review[J]. Cognition, technology & work, 2020: 1－20.

[44] 吴志明,武欣. MBA 学生团队学习效果及影响因素研究[J]. 管理学报,2006,3(1):55－59.

[45] DE VRIES R E, VAN DEN HOOFF B, DE RIDDER J A. Explaining knowledge sharing: the role of team communication styles, job satisfaction, and performance beliefs[J]. Communication research, 2006, 33(2): 115－135.

[46] 李树祥,梁巧转,杨柳青. 团队认知多样性和团队沟通对团队创造力的影响研究[J]. 科学学与科学技术管理,2012,33(12): 153－159.

[47] 孙敏,栗琳. 论情报研究团队的过程损失问题[J]. 情报理论与实践,2017,40(2):42－47.

[48] 毕鹏程,席酉民. 群体决策过程中的群体思维研究[J]. 管理科学学报,2002(1):25－34.

[49] LOWRY P B, ROBERTS T L, ROMANO JR N C, et al. The impact of group size and social presence on small-group communication: does computer-mediated communication make a difference? [J]. Small group research, 2006, 37(6): 631－661.

[50] CAMPBELL D J. Task complexity: a review and analysis[J]. Academy of management review, 1988, 13(1): 40－52.

[51] TOMS E G, O'BRIEN H, MACKENZIE T, et al. Task effects on interactive search: the query factor[C]//International workshop of the initiative for the evaluation of XML retrieval. Berlin: Springer-Verlag, 2007: 359－372.

[52] 王菲妍,柯青,韩正彪. 任务驱动下的学术数据库新手心智模型演进及学习模式研究[J]. 图书情报知识,2021(1):113－124.

[53] EVANS C, HAY D, KINCHIN I. Using concept mapping to measure learning quality[J]. Education + training, 2008, 50(2): 167－182.

[54] WATSON MK, PELKEY J, NOYES C, et al. Assessing impacts of a learning-cycle-based module on students´conceptual sustainability knowledge using concept maps and surveys[J]. Journal of cleaner production, 2016(133): 544－556.

[55] 李月琳,张秀,王姗姗. 社交媒体健康信息质量研究:基于真伪健康信息特征的分析[J]. 情报学报,2018,37(3):294－304.

[56] SARKAR S. Social capital: the role of group size and heterogeneity[J]. International journal of multidisciplinary, 2020, 5(8): 22－32.

[57] DAIM T U, HA A, REUTIMAN S, et al. Exploring the communication breakdown in global virtual teams[J]. International journal of project management, 2012, 30(2): 199－212.

[58] JANSSEN J, ERKENS G, KIRSCHNER P A, et al. Influence of group member familiarity on online collaborative learning[J]. Computers in human behavior, 2009, 25(1): 161－170.

[59] SARKAR S. Social Capital: the role of group size and heterogeneity[J]. International journal of multidisciplinary, 2020, 5(8): 22－32.

作者贡献说明：
李华锋：提出研究思路，收集文献，撰写论文并修改；
孙丰秋：搜集整理实验数据；
孙晓宁：修改论文；
袁勤俭：修改论文。

Learning Effect of Collaborative Search Team: from the Perspective of Task Type, Group Size and Communication Quality

Li Huafeng[1] Sun Fengqiu[1] Sun Xiaoning[1] Yuan Qinjian[2]
[1] School of Information, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006
[2] School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023

Abstract: [Purpose/significance] Compared with single person search, collaborative search is helpful to solve the tasks of complex information needs. Further research on the learning effect of collaborative search team, which has not been clarified in academic circles, will help to explore the antecedents and mechanism of the learning effect, and provide some enlightenment for improving the team's information search ability and cooperative learning ability. [Method/process] Based on the theory of cooperative learning, this study adopted the method of information search experiment to verify the difference of learning effect of collaborative search team under different group size, communication quality and task type level. [Result/conclusion] In the decision-making task scenario, there are significant differences in the team learning effect among 2-person group, 4-person group and 6-person group, and the team learning effect of 4-person group is the best; the quality of intra group communication has a significant impact on the learning effect of collaborative search team; in the context of decision-making task, group size and team communication quality have an interactive effect on team learning.

Keywords: collaborative search learning effect task type group size communication quality search as learning